

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-240413

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/06			G 0 1 B 11/06	G
B 2 4 B 37/04			B 2 4 B 37/04	D
H 0 1 L 21/304	3 2 1		H 0 1 L 21/304	3 2 1 E 3 2 1 S

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-336969

(22) 出願日 平成7年(1995)12月25日

(31) 優先権主張番号 特願平7-619

(32) 優先日 平7(1995)1月6日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 内田 順三

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

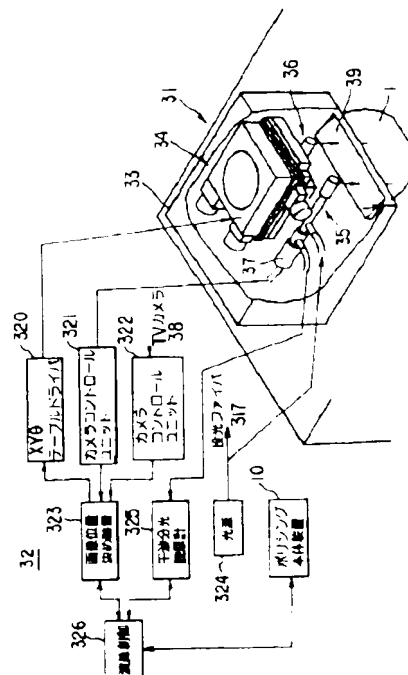
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 膜厚測定装置及びポリシング装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、ポリシング装置上オンマシンで基板上に形成された膜厚を精度高く測定し、ポリシング加工による膜厚を精度高く管理してポリシング装置のスループットを向上し、テストウェハによるコスト損失をなくす。

【解決手段】半導体ウェハ1の上方に測定本体端末31を配置し、この測定本体端末31における投受光光学系34、35を通して半導体ウェハ1上に白色光を照射し、この半導体ウェハ1からの反射光により生じる干渉縞を検出して干渉分光膜厚計324により半導体ウェハ1の絶縁膜の膜厚を測定し、この膜厚の測定値に基づいてポリシング加工の時間を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透光性を有する膜が表面に形成された基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して前記膜厚を測定する膜厚測定装置において、
少なくとも前記光を上方から前記基板上に照射するとともに前記基板からの反射光を受光する投受光光学系を内部に設けた測定本体端末、を備えたことを特徴とする膜厚測定装置。

【請求項 2】 測定本体端末は、容器内に、光を基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系と、この投受光光学系を X Y θ 方向に移動させる位置決めテーブルと、前記投受光光学系を通して映る像を撮像する撮像装置とを備え、
かつ前記投受光光学系により臨む部位の前記容器に観察窓を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の膜厚測定装置。

【請求項 3】 透光性を有する膜が表面に形成された基板に少なくとも上方から光を照射したときの前記基板からの反射光により生じる干渉縞を検出する測定本体端末と、
この測定本体端末により検出された干渉縞に基づいて前記膜厚を求める測定手段とを備え、
前記測定本体端末は、容器内に、光を基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系、この投受光光学系を X Y θ 方向に移動させる位置決めテーブル、及び前記投受光光学系を通して映る像を撮像する撮像装置を備え、かつ前記投受光光学系により臨む部位の前記容器に観察窓を設け、
前記測定手段は、撮像装置により撮像された前記基板の画像データに基づいて前記基板の基準座標に対する差を求め、この差に基づいて前記位置決めテーブルを駆動する位置決め手段と、前記測定本体端末により検出された干渉縞から膜厚を求める膜厚計とを有する、ことを特徴とする膜厚測定装置。

【請求項 4】 測定本体端末は、封止密閉されていることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の膜厚測定装置。

【請求項 5】 観察窓は、投受光光学系からの照射光の光軸に対して傾斜して設けられたことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の膜厚測定装置。

【請求項 6】 基板上に形成された透光性を有する膜に対してポリシング加工を行って前記膜を平坦化し、この後に前記基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して前記膜厚を測定するポリシング装置において、

少なくとも前記光を上方から前記基板上に照射するとともに前記基板からの反射光を受光する投受光光学系を内部に設けた容器によって構成された測定本体端末と、
前記膜厚の測定値に基づいて前記ポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段と、

を具備したことを特徴とするポリシング装置。

【請求項 7】 基板上に形成された透光性を有する膜に対してポリシング加工を行って前記膜を平坦化し、この後に前記基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して前記膜厚を測定するポリシング装置において、

少なくとも前記基板上に光を上方から照射したときの前記基板からの反射光により生じる干渉縞を検出する測定本体端末と、この測定本体端末により検出された干渉縞に基づいて前記膜厚を求める測定手段とを備え、
前記測定本体端末は、容器内に、光を基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系、この投受光光学系を X Y θ 方向に移動させる位置決めテーブル、及び前記投受光光学系を通して映る像を撮像する撮像装置を備え、かつ前記投受光光学系により臨む部位の前記容器に観察窓を設け、

前記測定手段は、撮像装置により撮像された前記基板の画像データに基づいて前記基板の基準座標に対する差を求め、この差に基づいて前記位置決めテーブルを駆動する位置決め手段と、前記測定本体端末により検出された干渉縞から膜厚を求める膜厚計と、この膜厚計により求められた前記膜厚の測定値に基づいて前記ポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段とを有する、ことを特徴とするポリシング装置。

【請求項 8】 膜が形成された基板を第 1 の回転テーブルと第 2 の回転テーブルとの間に挟み、これら第 1 又は第 2 の回転テーブルのうち少なくとも一方を回転させて前記膜をポリシング加工するポリシング装置において、
前記第 1 又は前記第 2 の回転テーブルの下部回転テーブル側に設けられて前記膜と接触する電極と、

この電極と前記膜との間に形成される静電容量を検出する静電容量検出手段と、

この静電容量検出手段により検出された静電容量の変化に基づいて前記膜に対するポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段と、を具備したことを特徴とするポリシング装置。

【請求項 9】 前記電極は、前記第 1 又は前記第 2 の回転テーブルのいずれか一方に埋設された金属板と、この金属板と前記膜との間に配置される誘電体とから構成されることを特徴とする請求項 8 記載のポリシング装置。

【請求項 10】 前記ポリシング制御手段は、電極と前記膜との間に形成される静電容量が所定範囲から急激に変化したときを前記膜に対するポリシング加工の終点として判別する機能を有することを特徴とする請求項 8 記載のポリシング装置。

【請求項 11】 膜が形成された基板を第 1 の回転テーブルと第 2 の回転テーブルとの間に挟み、これら第 1 又は第 2 の回転テーブルのうち少なくとも一方を回転させて前記膜をポリシング加工するポリシング装置において、

前記第 1 又は前記第 2 の回転テーブルのいずれか一方に

設けられて前記膜に対するポリッシング加工の際に発生する音を検出する音検出手段と

この音検出手段により検出された音の変化に基づいて前記膜に対するポリッシング加工の時間を制御するポリッシング制御手段と、を具備したことを特徴とするポリッシング装置。

【請求項12】 前記音検出手段は、前記第1又は前記第2の回転テーブルの回転に同期して、前記膜が横切るときにポリッシング加工の際に発生する音を取り込む機能を有することを特徴とする請求項1記載のポリッシング装置。

【請求項13】 前記ポリッシング制御手段は、ポリッシング加工の際に発生する音の変化率が一定になったときに前記膜に対するポリッシング加工の終点として判別する機能を有することを特徴とする請求項1記載のポリッシング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体ウエハ表面に平坦化して形成された絶縁膜の膜厚を測定する膜厚測定装置、及びこの膜厚の測定値を管理して最適な膜厚にポリッシング加工するポリッシング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造プロセスには、シリコン基板表面の薄膜の凹凸を平坦化する平坦化プロセスがあり、この平坦化にはポリッシング装置が用いられている。図18はかかる平坦化プロセスの工程図である。半導体ウエハ1において、シリコン基板2上には、同図(a)に示すように絶縁膜4及びA1により形成される金属パターン3が形成されている。

【0003】次に、このシリコン基板2上には、S₁O₂等の絶縁膜4が成膜される。この絶縁膜4は、同図(b)に示すように成膜によりその表面が凹凸に形成されている。

【0004】次に、この絶縁膜4に対してポリッシング加工が行われ、これにより絶縁膜4は、その表面が平坦化され、同図(c)に示すように所定の膜厚に形成される。ここで、ポリッシング加工に適用されるポリッシング装置は、図19に示すように下部回転テーブル5が設けられ、そのテーブル上にクロス6が設けられている。

【0005】この下部回転テーブル5には、対向して上部回転テーブル7が設けられている。この上部回転テーブル7は、その下部に半導体ウエハ1を真空吸着し、かつ下部回転テーブル5上のクロス6に押し付けるものとなっている。

【0006】又、下部回転テーブル5の上方には、研磨剤ノズル8が配置されている。このような構成であれば、上部回転テーブル7の下部に半導体ウエハ1が真空吸着され、かつ下部回転テーブル5上のクロス6に押し付けられる。

【0007】この状態で、下部回転テーブル5と上部回転テーブル7とが互いに逆方向、すなわち下部回転テーブル5が矢印A方向に回転するとともに上部回転テーブル7が矢印B方向に回転する。

【0008】これと共に研磨剤ノズル8からは、研磨剤Sがクロス6上に供給される。このように各回転テーブル5、7の回転に伴って半導体ウエハ1の絶縁膜4は、徐々に薄く加工される。

【0009】なお、半導体ウエハ1としては、図20に示すようにシリコン基板2上に絶縁膜4及びS₁O₂等の絶縁膜パターン4aを形成し、その上層にA1等の金属膜3aを形成したものがあり、このような半導体ウエハ1に対しては金属膜3aに対してポリッシング加工が行われる。

【0010】ところで、このようなポリッシング加工は、本来のポリッシング加工に先行して、テスト用の半導体ウエハ（テストウエハ）を流し、このテストウエハに対するポリッシングの後、ポリッシング装置からテストウエハを取り出し、ハッチ処理によって膜厚を測定し、所定の膜厚に達しているかを確認してポリッシングの加工時間を設定している。

【0011】この後、設定されたポリッシング加工時間に従ってポリッシング装置を動作させることにより、半導体ウエハ1の絶縁膜4は、例えば図18(c)に示すように所定の膜厚に平坦化される。この絶縁膜4は、例えば図21に示すように金属パターン3と同一の厚さに平坦化される。又、図20に示す半導体ウエハ1では、金属膜3aが所定の膜厚に平坦化される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、テストにより設定されたポリッシング加工時間の時間管理によりポリッシング加工を終了するので、クロス6の品質劣化やライフでポリッシング速度が変動すると、平坦化処理の過不足が生じ、絶縁膜4を所定の膜厚に形成できなくなる。

【0013】さらに、平坦化処理の過不足が生じることにより、金属パターン3のくぼみ、絶縁膜4上の金属パターン3の残り等により不具合が生じる。又、テストウエハを流す必要があるので、このテストウエハによるコストの損失が甚大である。

【0014】又、膜厚を測定するを工程を改めて設けるハッチ処理をとる必要があるので、ポリッシング装置のスレーブットが低下する。そこで本発明は、基板上に形成された膜厚を精度高く測定できる膜厚測定装置を提供することを目的とする。

【0015】又、本発明は、ポリッシング装置上オンマシンで基板上に形成された膜厚を精度高く測定できる膜厚測定装置を提供することを目的とする。又、本発明は、ポリッシング装置上オンマシンで基板上に形成された膜厚を精度高く測定し、ポリッシング加工による膜厚を精度高く

管理してポリッシング装置のスループットを向上し、テストウェハによるコスト損失をなくすることができるポリッシング装置を提供することを目的とする。

【0016】又、本発明は、膜に対してポリッシング加工する際に所定の膜厚に形成されたことを精度高く判定できるポリッシング装置を提供することを目的とする。又、本発明は、膜に対してポリッシング加工する際にその加工終点を精度高く判定して所定の膜厚に形成できるポリッシング装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、透光性を有する膜が表面に形成された基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して膜厚を測定する膜厚測定装置において、少なくとも光を上方から基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系を内部に設けた測定本体端末を備えた膜厚測定装置である。

【0018】このような膜厚測定装置では、基板の上方に測定本体端末を配置し、この測定本体端末における投受光光学系を通して基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出する。そして、干渉縞に基づいて膜厚を測定する。

【0019】請求項2によれば、請求項1記載のポリッシング装置において、測定本体端末は、容器内に、光を基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系と、この投受光光学系をX-Y-θ方向に移動させる位置決めテーブルと、投受光光学系を通して映る像を撮像する撮像装置とを備え、かつ投受光光学系により臨む部位の容器に観察窓を設けた。

【0020】このような膜厚測定装置では、測定本体端末において、投受光光学系を通して映る像を撮像装置により撮像し、この像を観察して投受光光学系を位置決めテーブルによりX-Y-θ方向に移動させて基板に対する位置決めを行う。そして、この位置決めされたところで観察窓を通して投受光光学系により光を基板上に照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出する。

【0021】請求項3によれば、透光性を有する膜が表面に形成された基板に少なくとも上方から光を照射したときの基板からの反射光により生じる干渉縞を検出する測定本体端末と、この測定本体端末により検出された干渉縞に基づいて膜厚を求める測定手段とを備え、測定本体端末は、容器内に、光を基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系、この投受光光学系をX-Y-θ方向に移動させる位置決めテーブル、及び投受光光学系を通して映る像を撮像する撮像装置を備え、かつ投受光光学系により臨む部位の容器に観察窓を設け、測定手段は、撮像装置により撮像された基板の画像データに基づいて基板の基準座標に対する差を求め、この差に基づいて位置決めテーブルを駆動する位置決め手段と、測定本体端末により検出された干渉縞から膜厚を

求める膜厚計とを有する膜厚測定装置である。

【0022】このような膜厚測定装置では、基板の上方に測定本体端末を配置し、この測定本体端末における投受光光学系を通して映る像を撮像装置により撮像し、その画像データに基づいて基板の基準座標に対する差を求め、この差に基づいて投受光光学系を位置決めテーブルによりX-Y-θ方向に移動させて基板に対する位置決めを行う。そして、この位置決めされたところで観察窓を通して投受光光学系により光を基板上に照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出し、膜厚計によって膜厚を求める。

【0023】請求項4によれば、請求項2又3記載の膜厚測定装置において、測定本体端末は、封止密閉されている。このような膜厚測定装置では、測定本体端末は封止密閉されてその内部に投受光光学系等を設けたものとなる。

【0024】請求項5によれば、請求項2又3記載の膜厚測定装置において、観察窓は、投受光光学系からの照射光の光軸に対して傾斜して設けた。このような膜厚測定装置では、観察窓は、投受光光学系からの照射光の光軸に対して傾斜して設け、フレア（迷光）を防止することかできる。

【0025】請求項6によれば、基板上に形成された透光性を有する膜に対してポリッシング加工を行って膜を平坦化し、この後に基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して膜厚を測定するポリッシング装置において、少なくとも光を上方から基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系を内部に設けた容器によって構成された測定本体端末と、膜厚の測定値に基づいてポリッシング加工の時間を制御するポリッシング制御手段とを備えたポリッシング装置である。

【0026】このようなポリッシング装置では、基板の上方に測定本体端末を配置し、この測定本体端末における投受光光学系を通して基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して膜厚を測定し、この膜厚の測定値に基づいてポリッシング加工の時間を制御する。

【0027】請求項7によれば、基板上に形成された透光性を有する膜に対してポリッシング加工を行って膜を平坦化し、この後に基板上に光を照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出して膜厚を測定するポリッシング装置において、少なくとも基板上に光を上方から照射したときの基板からの反射光により生じる干渉縞を検出する測定本体端末と、この測定本体端末により検出された干渉縞に基づいて膜厚を求める測定手段とを備え、測定本体端末は、容器内に、光を基板上に照射するとともに基板からの反射光を受光する投受光光学系、この投受光光学系をX-Y-θ方向に移動させる位置決めテーブル、及び投受光光学系を通して映る像を撮像する撮像

装置を備え、かつ投受光光学系により臨む部位の容器に観察窓を設け、測定手段は、撮像装置により撮像された基板の画像データに基づいて基板の基準座標に対する差を求め、この差に基づいて位置決めテーブルを駆動する位置決め手段と、測定本体端末により検出された干渉縞から膜厚を求める膜厚計と、この膜厚計により求められた膜厚の測定値に基づいてポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段とを有したポリシング装置である。

【0028】このようなポリシング装置では、基板の上方に測定本体端末を配置し、この測定本体端末における投受光光学系を通して映る像を撮像装置により撮像し、その画像データに基づいて基板の基準座標に対する差を求め、この差に基づいて投受光光学系を位置決めテーブルによりX・Y・θ方向に移動させて基板に対する位置決めを行う。そして、この位置決めされたところで観察窓を通して投受光光学系により光を基板上に照射し、この基板からの反射光により生じる干渉縞を検出し、膜厚計によって膜厚を求め、この膜厚の測定値に基づいてポリシング加工の時間を制御する。

【0029】請求項8によれば、膜が形成された基板を第1の回転テーブルと第2の回転テーブルとの間に挟み、これら第1と第2の回転テーブルのうち少なくとも一方を回転させて膜をポリシング加工するポリシング装置において、第1又は第2の回転テーブルの下部回転テーブル側に設けられて膜と接触する電極と、この電極と膜との間に形成される静電容量を検出する静電容量検出手段と、この静電容量検出手段により検出された静電容量の変化に基づいて膜に対するポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段とを備えたポリシング装置である。

【0030】このようなポリシング装置では、第1又は第2の回転テーブルのいずれか一方に設けられた電極と膜との間に形成される静電容量を検出し、この静電容量の変化に基づいて膜に対するポリシング加工の時間を制御する。

【0031】請求項9によれば、請求項8記載のポリシング装置において、電極は、第1又は第2の回転テーブルのいずれか一方に埋設された金属板と、この金属板と膜との間に配置される。

【0032】このようなポリシング装置では、金属板から誘電体を介して膜の間の静電容量が検出され、この静電容量の変化に基づいて膜に対するポリシング加工の時間を制御する。

【0033】請求項10によれば、請求項8記載のポリシング装置において、ポリシング制御手段は、電極と膜との間に形成される静電容量が所定範囲から急激に変化したときを膜に対するポリシング加工の終点として判別する。

【0034】このようなポリシング装置では、膜に対す

るポリシング加工中に、第1又は第2の回転テーブルのいずれか一方に設けられた電極と膜との間に形成される静電容量を検出し、この静電容量が急激に変化したときを膜に対するポリシング加工の終点として判別し、ポリシング加工を終了する。

【0035】請求項11によれば、膜が形成された基板を第1の回転テーブルと第2の回転テーブルとの間に挟み、これら第1と第2の回転テーブルの少なくとも一方を回転させて膜をポリシング加工するポリシング装置において、第1又は第2の回転テーブルのいずれか一方に設けられて膜に対するポリシング加工の際に発生する音を検出する音検出手段と、この音検出手段により検出された音の変化に基づいて膜に対するポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段と、を備えたポリシング装置である。

【0036】このようなポリシング装置では、膜に対するポリシング加工の際に発生する音を検出し、この音の変化に基づいて膜に対するポリシング加工の時間を制御する。

【0037】請求項12によれば、請求項11記載のポリシング装置において、音検出手段は、第1又は第2の回転テーブルの回転に同期して、膜が横切るときにポリシング加工の際に発生する音を取り込む。

【0038】このようなポリシング装置では、膜に対するポリシング加工の際に発生する音の検出は、膜が横切るときに取り込んでSINを向上する。請求項13によれば、請求項11記載のポリシング装置において、ポリシング制御手段は、ポリシング加工の際に発生する音の変化が一定になったときに膜に対するポリシング加工の終点として判別する。

【0039】このようなポリシング装置では、膜に対するポリシング加工中に、膜に対するポリシング加工の際に発生する音を検出し、音の変化率が一定になったときに膜に対するポリシング加工の終点として判別し、ポリシング加工を終了する。

【0040】

【発明の実施の形態】

(1) 以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図13及び図19と同一部分には同一符号を付してある。図1は膜厚測定装置を適用したポリシング装置の全体構成図である。

【0041】このポリシング装置は、大きく分けてポリシング本体装置10、ウェハ移載装置20、及び薄膜測定装置30から構成されている。ポリシング本体装置10は、下部回転テーブル(第1の回転テーブル)5とクロス6を設け、この下部回転テーブル5に対向して上部回転テーブル(第2の回転テーブル)7を設けている。

【0042】この上部回転テーブル7は、その下部に半導体ウェハ1を真空吸着し、かつ下部回転テーブル5のクロス6に押し付けている。又、下部回転テーブル5

の上方には、研磨剤ノズル8が配置されている。

【0043】下部回転テーブル5及び上部回転テーブル7には、それぞれ駆動源11、12が連結され、これら駆動源11、12がポリシング制御部13により駆動制御されるものとなっている。

【0044】ウエハ移栽装置20は、ポリシング本体装置10から半導体ウエハ1を受取り、この半導体ウエハ10をステージ21に載置して薄膜測定装置30まで搬送して受け渡し、所定位置にセットする機能を有している。

【0045】薄膜測定装置30は、半導体ウエハ1上に光（例えば白色光を照射し、この半導体ウエハ1からの反射光により生じる干渉縞を検出して半導体ウエハ1上に形成されている絶縁膜4の膜厚を測定する機能を有するもので、測定本体端末31及び電装部32から構成されている。

【0046】図2はこれら測定本体端末31及び測定部32の具体的な構成図である。測定本体端末31は、封止密閉された容器つまりボックス33を有し、このボックス33内に、位置決めテーブル34、左側及び右側投

受光光学系35、36、撮像装置としての各テレビジョンカメラ（以下、TVカメラと称する）37、38等を設け、かつ左側及び右側投受光光学系35、36の各投受光口の望むボックス33の部分に観察窓39を設けた構成となっている。

【0047】この観察窓39は、透光性の材質により形成されるもので、左側及び右側投受光光学系35、36から各照射される光の光軸に対して傾斜して設けられている。

【0048】図3は測定本体端末31内の構成を模式的に示している。位置決めテーブル34は、上方からθテーブル300、Xテーブル301、Yテーブル302の順に一体的に設けられている。

【0049】このうちYテーブル302の下面には、左側及び右側投受光光学系35、36が設けられている。左側投受光光学系35は、鏡筒303の末端側にTVカメラ37が設けられ、かつ鏡筒303内の末端側から第1のビームスプリッタ304、レンズ305、第2のビームスプリッタ306、レンズ307、及びミラー308が配置されている。

【0050】又、鏡筒303における第1のビームスプリッタ304の分岐方向には受光ファイバー309が接続され、又、第2のビームスプリッタ306の分岐方向には投光ファイバー310が接続されている。なお、この投光ファイバー310内には、レンズ311が配置さ*

＊れている。

【0051】右側投受光光学系36は、鏡筒312の末端側にTVカメラ38が設けられ、かつ鏡筒312内の末端側からレンズ313、第3のビームスプリッタ314、レンズ315、及びミラー316が配置されている。

【0052】又、鏡筒312における第3のビームスプリッタ314の分岐方向には投光ファイバー317が接続されている。なお、この投光ファイバー317内には、レンズ318が配置されている。

【0053】一方、測定部32には、X-Y-θテーブルドライブ320、第1及び第2のカメラコントロールユニット321、322が設けられている。第1及び第2のカメラコントロールユニット321、322は、各投受光光学系34、35の各TVカメラ37、38を動作制御し、これらTVカメラ37、38から出力された各画像信号を画像位置決め装置323に送る機能を有している。

【0054】この画像位置決め装置323は、図4(a)(b)に示すように半導体ウエハ1上に形成された基準パターン、例えば十字マークP1、正方形マークP2の中心位置が画面の中心位置にくる値を基準位置の座標として予め記憶している。

【0055】この画像位置決め装置323は、各TVカメラ37、38からの画像信号における基準パターンの座標をパターンマッチングの手法により求め、この座標と予め記憶した基準位置の座標との差を無にする制御信号をX-Y-θテーブルドライブ320に送出する機能を有している。

【0056】このX-Y-θテーブルドライブ320は、画像位置決め装置323からの制御信号に従ってXテーブル300、Yテーブル301及びθテーブル302をそれぞれ駆動する機能を有している。

【0057】光源324は、例えばハロゲンランプが用いられ、この光源324は、左側及び右側投受光光学系35、36の各投光ファイバー310、317が接続されている。

【0058】干渉分光膜厚計325は、受光ファイバー309が接続され、この受光ファイバー309を通して受光される干渉縞のピーク位置を検出し、これらピーク間隔に基づく次式を演算して絶縁膜4の膜厚dを求め機能を有している。

【0059】

【数1】

$$d = \frac{1}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 \phi} \cdot (\lambda_m^{-1} - \lambda_{m-1}^{-1})} \quad \dots (1)$$

【0060】ここで、λ_mは干渉光の波形に現れた1つの反射率極大（又は極小）を与える波長であり、λ_{m-1}

は波長の増加する方向に数えて1番目の反射率極大（又は極小）を与える波長である。又、nは絶縁膜4の屈折

率、 θ は白色光の入射角である。

【0061】演算制御装置326は、干渉分光膜厚計325により求められた膜厚の測定値を取り込み、この膜厚測定値と膜厚の設計値との差に基づいてポリシング時間を設定し、このポリシング時間に応じた制御信号をポリシング本体装置10のポリシング制御部13に送出する機能を有している。

【0062】又、この演算制御装置326は、画像位置決め装置323を介してX-Y- θ テーブルドライブ320を制御し、半導体ウエハ1上の膜厚測定ポイントに位置決めする機能を有している。

【0063】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。ポリシング本体装置10は、半導体ウエハ1に対してポリシングを行い、絶縁膜4を平坦化する。

【0064】この後、ウエハ移載装置20は、ポリシング本体装置10から半導体ウエハ1を受取り、この半導体ウエハ10をステージ21に載置して薄膜測定装置30まで搬送し、薄膜測定装置30の所定位置つまり測定本体端部31の下方にセットする。この場合、半導体ウエハ1は、絶縁膜4を上方にしてセットされる。

【0065】薄膜測定装置30の光源324が点灯すると、この光源324から放射された白色光は、各投光ファイバー310、317を通して左側及び右側投受光学系35、36に送られる。

【0066】このうち左側投受光学系35において白色光は、レンズ311、第2のビームスプリッタ306、レンズ307及びミラー308を介して出射され、さらに観察窓39を通して半導体ウエハ1の表面に照射される。

【0067】この半導体ウエハ1の表面からの反射光は、観察窓39を通し、さらにミラー308、レンズ307、第2のビームスプリッタ306、レンズ305、第1のビームスプリッタ304を通してTVカメラ37に入射する。

【0068】このTVカメラ37は、入射した半導体ウエハ1の表面像を撮像し、その画像信号を出力する。又、右側投受光学系36において、白色光は、レンズ318、第2のビームスプリッタ314、レンズ315及びミラー316を介して出射され、さらに観察窓39を通して半導体ウエハ1の表面に照射される。

【0069】この半導体ウエハ1の表面からの反射光は、観察窓39を通し、さらにミラー316、レンズ315、第2のビームスプリッタ314、レンズ313を通してTVカメラ38に入射する。

【0070】このTVカメラ38は、入射した半導体ウエハ1の表面像を撮像し、その画像信号を出力する。これらTVカメラ37、38から出力された各画像信号は、各カメラコントロールユニット321、322を通して画像位置決め装置323に送られる。

【0071】ここで、左側のTVカメラ37により撮像された画像データは、図5(a)に示すように十字マークP1が画面中心から右上方にある。又、右側のTVカメラ38により撮像された画像データは、同図(b)に示すように正方形マークP2が画面中心から右上方にある。

【0072】画像位置決め装置323は、これらTVカメラ37、38により撮像された十字マークP1、正方形マークP2の位置座標をパターンマッチングにより求め、これら十字マークP1、正方形マークP2の位置座標と予め記憶されている十字マークP1、正方形マークP2の各基準位置の座標とを比較し、これら座標の差を無視す制御信号をX-Y- θ テーブルドライブ320に送出する。

【0073】このX-Y- θ テーブルドライブ320は、画像位置決め装置323からの制御信号に従ってXテーブル300、Yテーブル301及び θ テーブル302をそれぞれ駆動することにより、十字マークP1及び正方形マークP2を、基準位置に一致させる。

【0074】この後、演算制御装置326は、画像位置決め装置323を介してX-Y- θ テーブルドライブ320を制御し、半導体ウエハ1上の膜厚測定ポイントに位置決めする。

【0075】これにより、光源324から放射された白色光は、左側投受光学系35におけるレンズ311、第2のビームスプリッタ306、レンズ307及びミラー308を介して出射され、さらに観察窓39を通して半導体ウエハ1の表面の膜厚測定ポイントに照射される。

【0076】この半導体ウエハ1の表面に照射された白色光は、図6に示すように絶縁膜4の表面と、この絶縁膜4と金属パターン3との界面とでそれぞれ反射し、これら反射光により干渉が起きる。この干渉光は、図7に示すような干渉マートルを示す。

【0077】この干渉光は、観察窓39を通し、さらに左側投受光学系35のミラー308、レンズ307、第2のビームスプリッタ306、レンズ305、第1のビームスプリッタ304を通して受光ファイバー309に入射し、この受光ファイバー309内を伝播して干渉分光膜厚計325に入射する。

【0078】この干渉分光膜厚計325は、干渉縞のピーク位置を検出し、上記式(1)を演算して絶縁膜4の膜厚 d を求める。次に演算制御装置326は、画像位置決め装置323を介してX-Y- θ テーブルドライブ320を制御し、次の膜厚測定ポイントに位置決めする。これにより、光源324から放射された白色光は、左側投受光学系35を通して次の膜厚測定ポイントに照射され、この膜厚測定ポイントにおける干渉光が干渉分光膜厚計325に入射する。

【0079】この干渉分光膜厚計325は、上記同様に干渉縞のピーク位置を検出し、これらピーク位置の間隔

から絶縁膜4の膜厚dを求める。これ以降、予め定められた各膜厚測定ポイントにおける膜厚測定が繰り返される。

【0080】演算制御装置32は、干渉分光膜厚計325により求められた膜厚の各測定値を取り込み、これら膜厚測定値と膜厚の設計値との差に基づいてポリッシング時間を設定し、このポリッシング時間に応じた制御信号をポリッシング本体装置10のポリッシング制御部13に送出する。

【0081】このポリッシング制御部13は、変更設定されたポリッシング時間に従って下部回転テーブル5及び上部回転テーブル7の各駆動源11、12を駆動し、半導体ウエハ1に対するポリッシング処理を行う。

【0082】このように上記第1の実施の形態においては、測定本体端末31における各投受光光学系35、36を通して半導体ウエハ1に白色光を照射し、この半導体ウエハ1からの反射光により生じる干渉縞を検出し膜厚dを測定するようにしたので、ポリッシング装置のオンラインで精度高く絶縁膜4の膜厚dを測定できる。

【0083】そのうえ測定本体端末31は、ボックス33内に投受光光学系35、36等を設けた構成なので、ポリッシング装置のオンラインで容易にかつスペースをとらずに干渉縞を検出して測定部32に送ることができる。

【0084】又、測定本体端末31は、位置決めテーブル34により各投受光光学系35、36を位置決めするので、半導体ウエハ1が基準位置からずれていても容易に位置を補正し、その後に各膜厚測定ポイントに位置決めできる。

【0085】又、測定本体端末31は、封止密閉されたボックス33を用いているので、空気中の使用に限らず、例えば水中での検出も可能である。又、測定本体端末は、封止密閉されたボックス33を用いているので、ボックス33内の発塵を外に出すことなく、半導体ウエハ1を汚染しない。

【0086】さらに測定本体端末31の観察窓39は各投受光光学系35、36から照射される白色光の光軸に対して傾斜して設けてあるので、フレア(迷光)を防止できる。

【0087】さらに、絶縁膜4の膜厚dの測定値に基づいてポリッシング加工の時間を制御するので、ポリッシング処理のオンラインにおいて絶縁膜4の膜厚を精度高く管理できるようになり、ポリッシング装置のスループットを向上でき、かつテストウエハのコスト損失をなくすことができる。

【0088】なお、上記第1の実施の形態は、次の通り変更してもよい。例えば、膜厚計は、干渉分光膜厚計に限らず、エリブシメータのような膜厚計でもよい。

【0089】画像位置決め装置323は、パターンマッ

*チング法に限らず、パターンの基準位置を求める重心演算等の他の手法を用いて基準座標に合わせてもよい。膜厚dの演算は、干渉縞のピーク間隔によらず、干渉による理論波形と実測値による波形との比較から膜厚dを求めるカーブフィッティングやFFT(Fast Fourier Transform)のような測定波形の高周波域と低周波域とを分離する手法等によって求めてもよい。

【0090】位置決めテーブル33は、2軸のテーブルにしてもよい。又、投受光光学系36はなくてもよく、位置決めテーブル34は2軸のXYテーブルでもよい。この場合、ウエハ1上にある特定の基準座標位置のパターンの基準位置を求め、基準座標との差X1、Y1を演算し、位置決めテーブル34により投受光光学系35をウエハ1上の第2の特定の基準座標位置に位置決めし、パターンの基準位置を求め、基準座標との差x2、y2を演算する。これらX1、Y1、x2、y2の値に基づき、各膜厚測定ポイントへの位置決め位置を演算補正する。

【0091】ここで、投受光光学系36はなくてもよく、この場合の半導体ウエハ1が基準位置からずれている際の位置の補正方法について説明する。図3に示すように半導体ウエハ1が角度θ傾いて基準位置からずれているために原点O(0、0)が点O'(a、b)にずれてしまったとき、半導体ウエハ1上の各膜厚測定ポイントも測定本体端末31に誤って認識されてしまう。

【0092】このような不具合を解決するため、位置ずれ前のxy座標軸から位置ずれ後のXY座標軸への変換を行う。ここで、第1の基準位置である点Aへの位置合わせを、半導体ウエハ1がずれていないものとして行う。従って、点Aは位置ずれ後のXY座標軸での(X1、Y1)となるが、(X1、Y1)に位置合わせをしようとしてもxy座標軸での認識しか行っていないので位置ずれ前のxy座標軸での基準位置点A'(x11、y11)に位置合わせされてしまう。

【0093】又、第2の基準位置である点Bへの位置合わせも行う。ここでも、点Bは、XY座標軸における(X2、Y2)となるが、同様にxy座標軸での点B'(x12、y12)に位置合わせされてしまう。

【0094】なお、数値としては、X1=x11、Y1=y11、X2=x12、Y2=y12となっている。ここで、半導体ウエハ1上に形成された基準パターンの位置(X1、Y1)及び(X2、Y2)に対応するxy座標軸での位置(x11、y11)及び(x12、y12)についてはTVカメラ37によって撮像され求められる。

【0095】従って、(X1、Y1)及び(x11、y11)、(X2、Y2)及び(x12、y12)を次式に代入することで未知数であるa、bが求められる。なお、この式は二元一次方程式と考えられるからである。

$$x = (X - a) \cdot \cos \theta - (Y - b) \cdot \sin \theta \quad (2)$$

$$y = (X + a) \sin \theta + (Y + b) \cos \theta$$

これら未知数が求まった式(2)(3)を用いることによって半導体ウエハ1が傾いてもx、yの値を測定すること、これら式(2)(3)からX-Y座標軸への変換ができ、位置ずれ補正の結果、半導体ウエハ1上の各膜厚ポイントに正確に位置決めすることができ、

【0096】又、ポリシング本体装置10において、上部回転テーブル7は回転しなくてもよい。又、下部回転テーブル5と上部回転テーブル7とは同一方向に回転してもよい。

(2) 次に本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、図1と同一部分には同一符号を付してある。

【0097】図9はポリシング装置の構成図である。このポリシング装置は、図20に示すように、シリコン基板2上に絶縁膜4'及びS10、等の絶縁膜パターン4aを形成し、その上層にA1等の金属膜3aを形成した半導体ウエハ1に対するポリシング加工を行うもので、半導体ウエハ1上の絶縁膜4に対するポリシング加工の終点として判別する機能を有している。

【0098】下部回転テーブル5の半径は、上記同様に、半導体ウエハ1の直径よりも大きく形成され、かつ半導体ウエハ1は下部回転テーブル5の中心よりも外側に配置される。

【0099】又、上部回転テーブル7の直径は、上記同様に、半導体ウエハ1の直径よりも幾分大きく設定されている。上記下部回転テーブル5には、円盤状の平板電極40が埋設されている。この平板電極40の埋設位置は、図10に示すように下部回転テーブル5の中心よりも外側、すなわち上部回転テーブル7の回転中心と平板電極の中心とが一致するように設けられている。

【0100】この平板電極40は、半導体ウエハ1の直径とほぼ同一直径の大きさに形成されたもので、下部回転テーブル5に埋設された円盤状の金属板41と、この金属板41の表面上に設けられた円盤状の誘電体42とから形成されている。

【0101】このうち誘電体42は、誘電率εを有するとともに厚さδに形成され、その上面がクロム6の表面と一致するように設けられている。研磨剤スラリー8は、研磨剤Sをクロス6上に供給するものであり、この研磨剤Sの誘電率はε、となっている。

【0102】一方、静電容量検出回路43は下部回転テーブル5に電気的に接続されている。この静電容量検出回路43は、平板電極40と半導体ウエハ1上の金属膜3aとの間に形成される静電容量Cを検出し、その静電容量検出信号cを出力する機能を有している。

【0103】なお、この静電容量検出回路43の出力端子は、インタフェース(I/F)44を介して演算処理回路45に接続されている。又、下部回転テーブル5の駆動源11に対してエンコーダ46が連結されている。このエンコーダ46は、下部回転テーブル5の回転速度

に応じたパルス信号を出力する機能を有している。このエンコーダ46の出力端子は、インタフェース47を介して演算処理回路45に接続されている。

【0104】この演算処理回路45は、エンコーダ46から出力されたパルス信号を入力して回転する下部回転テーブル5上の平板電極10の位置を検出し、この平板電極10が上部回転テーブル7に吸着されている半導体ウエハ1の下方に位置したタイミングで、静電容量検出回路43から出力された静電容量検出信号cを取り込み、かつ平板電極10と半導体ウエハ1上の金属膜3aとの間に形成される静電容量Cの変化に基づいて金属膜3aに対するポリシング加工の時間を制御するポリシング制御手段としての機能を有している。

【0105】この演算処理回路45は、具体的に、平板電極40の金属板41と金属膜3aとの間に形成される静電容量Cが所定範囲よりも急激に変化したときを絶縁膜4に対するポリシング加工の終点として判別し、そのポリシング加工終点信号sを例えばポリシング制御部13に送出する機能を有している。

【0106】ここでの所定範囲とは、金属板41と金属膜3aの間でとりうる静電容量の範囲をいう。次に上記の如く構成された装置の作用について図11に示すポリシング加工終点のフローチャートに従って説明する。

【0107】ポリシング本体装置10は、ステップS1において、半導体ウエハ1に対するポリシング加工が行われる。すなわち、半導体ウエハ1は、上部回転テーブル7の下部に真空吸着され、かつ下部回転テーブル5上のクロス6に対して押し付けられる。

【0108】この場合、半導体ウエハ1は、上記の如く図20に示すようにシリコン基板2上に絶縁膜4'及びS10、等の絶縁膜パターン4aを形成し、その上層にA1等の金属膜3aを形成したものであり、シリコン基板2側が上部回転テーブル7に吸着され、かつ金属膜3a側が下部回転テーブル5に接触している。

【0109】この状態で、下部回転テーブル5と上部回転テーブル7とが互いに逆方向、すなわち下部回転テーブル5が矢印A方向に回転するとともに上部回転テーブル7が矢印B方向に回転する。

【0110】これと共に研磨剤スラリー8からは、研磨剤Sがクロス6上に供給される。このように半導体ウエハ1は、クロス6に対して接触、加工され、かつ上部及び下部回転テーブル5、7の相互の回転に伴って半導体ウエハ1の金属膜3aは、徐々に薄く加工される。

【0111】このように下部回転テーブル5が回転して半導体ウエハ1が平板金属40の真上に配置されたときは、図12に示すように、平板電極40の誘電体42と金属膜3aの凹凸の空隙には、研磨剤Sで満たされている。

【0112】この誘電体42と金属膜3aとの空隙の平

均値は、図13に示すように金属膜3aの凹凸の3次元
的中心線深さ d_1 に等しい。従って、平板電極40と金
属膜3aとは、厚さ d で誘電率 ϵ の誘電体42と、厚さ $*$

$$C = k \cdot S_a / (d / \epsilon) + (d_1 / \epsilon) \quad (4)$$

により表される。ここで、 S_a は平板電極40の面積、
 k は定数である。

$$d_1 = \epsilon \cdot C / k - S_a - C \cdot d / \epsilon \quad (5)$$

となる。

【0115】従って、平行板コンデンサの静電容量 C を
測定すれば、金属膜3aの中心線深さ d_1 が求められ
る。この金属膜3aの中心線深さ d_1 は、半導体ウェハ
1の金属膜3aがポリシングされるにつれて平坦化さ
れ、徐々に小さくなる。

【0116】しかるに、金属膜3aに対するポリシング
が行われているとき、静電容量検出回路43は、平板電
極40と金属膜4aとの間に形成される静電容量 C を検
出し、その静電容量検出信号 c を出力する。

【0117】一方、エンコーダ46は、下部回転テー
ブル5の回転角度に応じたパルス信号を出力する。演算
処理回路45は、エンコーダ46から出力されたパルス信
号を入力して回転する下部回転テーブル5上の平板電極
10の位置を検出し、平板電極40の中心位置が半導体
ウェハ1の中心位置を通過するタイミングで、静電容量
検出回路43から出力された静電容量検出信号 c を取り
込む。

【0118】次に、この演算処理回路45は、静電容量
検出回路43からの静電容量検出信号 c を取り込むと、
上記式(5)を演算して金属膜3aの中心線深さ d_1 を求
める。この金属膜3aの中心線深さ d_1 が求められるこ
とにより、金属膜3aの平坦度が分かる。

【0119】金属膜3aに対するポリシングが進行し、
図14に示すように金属膜3aが除去され、絶縁膜パタ
ーン4aが露出すると、平板電極40と金属膜3aと
から成る平行板コンデンサの金属膜3a側の下層対向電極
の面積が急激に変化することになるので、演算処理回路
45において求められる静電容量 C 及び金属膜3aの中
心線深さ d_1 の値が急激に変化する。

【0120】従って、演算処理回路45は、金属膜3a
の中心線深さ d_1 の演算値が急激に変化する時点を検出
し、この時点で絶縁膜パターン4aが露出したことを検
知する。

【0121】ここで、演算処理回路45は、絶縁膜パ
ターン4aが露出し、金属膜3aが所定の平坦度となつた
時点で、絶縁膜4に対するポリシング加工の終点として
判別し、そのポリシング加工終点信号 z を例えばポリシ
ング制御部13に送出する。

【0122】すなわち、演算処理回路45は、ステッ
プ#2において、金属膜3aの中心線深さ d_1 の変化量 Δ
 d_1 が絶縁膜露出を検知するための判定値 $\Delta 1$ よりも大
きいかを判断し、変化量 Δd_1 が判定値 $\Delta 1$ よりも小

* d_1 で誘電率 ϵ の誘電体とを有する平行板コンデンサ
を形成するものとなる。

【0113】この平行板コンデンサの静電容量 C は、

※【0114】この式(4)を変形すると、

ければ、金属膜3aが残っていると判断し、かつ変化量
 Δd_1 が判定値 $\Delta 1$ よりも大きければ絶縁膜パターン4
aが露出したと判断する。

【0123】次に演算処理回路45は、ステップ#3に
おいて、金属膜3aの中心線深さ d_1 が、金属膜3aの
平坦度の良、不良を判定するための中心線深さ d_1 の大
きさの判定値 1 以下になったかを判断し、この判断の結
果、金属膜3aの中心線深さ d_1 が判定値 1 以下であれ
ば平坦度良とし、かつ金属膜3aの中心線深さ d_1 が判
定値 1 以上であれば平坦度不良と判断し、ステップ#4
に移って一定時間だけポリシング加工を継続する。

【0124】このように上記第2の実施の形態において
は、下部回転テーブル5に設けられた平板電極40と金
属膜3aとの間に形成される静電容量 C を検出し、この
静電容量 C の変化、すなわち静電容量 C が急激に変化し
たときを金属膜3aに対するポリシング加工の終点とし
て判別するようにしたので、金属膜3aに対するポリシ
ング加工中に、絶縁膜パターン4aが露出したときに金
属膜3aの平坦度が最適となったことを判断して金属膜
3aに対するポリシング加工の終点を精度高く検出で
き、金属膜3aに対するポリシング加工を終了できる。

【0125】従って、上記第1の実施の形態におけるポ
リシング本体装置10、ウェハ移送装置20及び薄膜測
定装置30に対して上記第2の実施の形態を付加するこ
とにより、ポリシング装置のサブマシンで精度高く金属
膜3aの膜厚を測定できるとともに金属膜3aに対する
ポリシング加工の終点を精度高く検出できる。

【0126】なお、上記第2の実施の形態は、次の通り
変形してもよい。例えば、上部回転テーブル7は回転し
なくてもよい。又、下部回転テーブル5と上部回転テー
ブル7とは同一方向に回転してもよい。

【0127】静電容量 C の測定位置の検出は、上部回転
テーブル7にフォトセンサを取り付けて平板電極40の
位置を検出するようにしてもよい。又、平板電極40
は、半導体ウェハ1の全面をカバーできればよいので、
円盤状の形状に限らず他の形状であってもよい。

(3)次に本発明の第3の実施の形態について説明する。
なお、図1と同一部分には同一符号を付してある。

【0128】図15はポリシング装置の構成図である。
このポリシング装置は、図13に示すように、シリコン
基板2上に絶縁膜4及びS10、等の金属パターン3
を形成し、その上層にA1等の絶縁膜4を形成した半導
体ウェハ1に対するポリシング加工を行うもので、半導

体ウエハ1上の絶縁膜4に対するポリッシング加工の終点として判別する機能を有している。

【0129】下部回転テーブル5の半径は、上記同様に、半導体ウエハ1の直径よりも大きく形成され、かつ半導体ウエハ1は下部回転テーブル5の中心よりも外側に配置される。

【0130】又、上部回転テーブル7の直径は、上記同様に、半導体ウエハ1の直径よりも幾分大きく設定されている。下部回転テーブル5には、A/E（アコースティック・エミッション：超音波出力）センサ50がクロス6の直下で、かつ図16に示すように下部回転テーブル6のA方向への回転により上部回転テーブル7に吸着された半導体ウエハ1の中心を通る位置に設けられている。

【0131】このA/Eセンサ50は、半導体ウエハ1の絶縁膜4に対するポリッシング加工の際に発生する超音波を検出し、その音検出信号aを出力する機能を有している。このA/Eセンサ50の出力端子には、ブリアンプ51、ディスクリミネータ52を介してカウンタ53が接続されている。

【0132】このカウンタ53は、A/Eセンサ50から出力された音検出信号aをブリアンプ51、ディスクリミネータ52を通して取り込んでカウントする機能を有している。

【0133】又、下部回転テーブル5の駆動源11に対してエンコーダ54が連結されている。このエンコーダ54は、下部回転テーブル5の回転速度に応じたパルス信号を出力する機能を有している。このエンコーダ54の出力端子は、インタフェース55を介して演算処理回路56に接続されている。

【0134】この演算処理回路56は、エンコーダ54から出力されたパルス信号を入力して回転する下部回転テーブル5上のA/Eセンサ50の位置を検出し、このA/Eセンサ50が半導体ウエハ1の下方を通過するタイミングで、A/Eセンサ50から出力された音検出信号aのカウント値をインタフェース55を介してカウンタ53から取り込み、かつA/Eセンサ50により検出されたポリッシング加工の際に発生する超音波の変化に基づいて絶縁膜4に対するポリッシング加工の時間を制御するポリッシング制御手段としての機能を有している。

【0135】この演算処理回路56は、具体的に、ポリッシング加工の際に発生する超音波の変化が一定になったときに絶縁膜4に対するポリッシング加工の終点として判別し、そのポリッシング加工終点信号bを例えばポリッシング制御部13に送出する機能を有している。

【0136】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。ポリッシング本体装置10は、半導体ウエハ1に対するポリッシング加工が行われる。すなわち、半導体ウエハ1は、上部回転テーブル7の下部に真空吸着され、かつ下部回転テーブル5上のクロス6に対して押

し付けられる。

【0137】この場合、半導体ウエハ1は、シリコン基板2側が上部回転テーブル7に吸着され、かつ絶縁膜4側が下部回転テーブル5に接触している。この状態で、下部回転テーブル5と上部回転テーブル7とが互いに逆方向、すなわち下部回転テーブル5が矢印A方向に回転するとともに上部回転テーブル7が矢印B方向に回転する。

【0138】これと共に研磨剤ノズル8からは、研磨剤Sがクロス6上に供給される。このように半導体ウエハ1は、クロス6に対して接触、加圧され、かつ上部及び下部回転テーブル5、7の相互の回転に伴って半導体ウエハ1の絶縁膜4は、徐々に薄く加工される。

【0139】このように絶縁膜4が摩擦、摩耗される際、超音波が発生する。A/Eセンサ50は、このような絶縁膜4に対するポリッシング加工の際に発生する超音波を検出し、その音検出信号aを出力する。

【0140】この音検出信号aは、ブリアンプ51、ディスクリミネータ52を通してカウンタ53に入力し、ここでカウントされる。一方、エンコーダ54は、下部回転テーブル5の回転角度に応じたパルス信号を出力する。

【0141】演算処理回路56は、エンコーダ54から出力されたパルス信号を入力して回転する下部回転テーブル5上のA/Eセンサ50の位置を検出し、このA/Eセンサ50が半導体ウエハ1の下方を横切るタイミングで、A/Eセンサ50から出力された音検出信号aのカウント値をカウンタ53から取り込む。

【0142】次に演算処理回路56は、音検出信号aのカウント値を取り込むと、その単位時間のA/E計数率を演算し求める。ここで、A/E計数率と研磨時間との関係は、図17に示すように研磨が進み絶縁膜4が平坦になるにつれてA/E計数率は減少し、絶縁膜4が平坦になると一定の値となる。そして、このA/E計数率が一定の値になるときの研磨時間の終点となる。

【0143】従って、演算処理回路56は、A/E計数率の変化を例えば微分処理して一定となるときを検出し、このA/E計数率が一定になったときに絶縁膜4に対するポリッシング加工の終点として判別し、そのポリッシング加工終点信号bを例えばポリッシング制御部13に送出する。

【0144】このように上記第3の実施の形態においては、絶縁膜4に対するポリッシング加工の際に発生する超音波を検出し、この超音波に基づいてA/E計数率が一定になったときに絶縁膜4に対するポリッシング加工の終点として判別するようにしたので、絶縁膜4に対するポリッシング加工中に、絶縁膜4の平坦度が最適となったことを判断して絶縁膜4に対するポリッシング加工の終点を精度高く検出でき、絶縁膜4に対するポリッシング加工を終了できる。

【0145】又、AEセンサ50からの音検出信号aの計数は、AEセンサ50が半導体ウエハ1の下方を横切るタイミングで行うので、絶縁膜4に対するポリッシング加工の際に発生する超音波の検出のS/Nを向上できる。

【0146】又、上記第1の実施の形態におけるポリッシング本体装置10、ウエハ移栽装置20及び薄膜測定装置30に対して上記第3の実施の形態を付加することにより、ポリッシング装置のオンマシンで精度高く絶縁膜4の膜厚を測定できるとともに絶縁膜4に対するポリッシング加工の終点を精度高く検出できる。

【0147】なお、上記第3の実施の形態は、次の通り変形してもよい。例えば、上記第3の実施の形態では、絶縁膜4に対するポリッシング加工に適用した場合について説明したが、図20に示す半導体ウエハ1における金属膜3aに対するポリッシング加工に適用してもよい。一般のポリッシングプロセスに適用してもよい。

【0148】又、上部回転テーブル7は回転しなくてもよい。又、下部回転テーブル5と上部回転テーブル7とは同一方向に回転してもよい。半導体ウエハ1の検出は、上部回転テーブル7にフォトセンサを取り付けて半導体ウエハ1の端面を検出するようにしてもよい。

【0149】又、AEセンサ50からの音検出信号aの取り込みは、下部回転テーブル5の回転中に連続的に行ってもよい。そして、AEセンサ50は、上部回転テーブル7に取り付けてもよい。

【0150】さらに、AEセンサ50が半導体ウエハ1の下方を横切らないときのAEセンサ50の出力をノイズとして取り込み、AEセンサ50が半導体ウエハ1の下方を横切ったときの音検出信号aからノイズ成分を差し引くことで、S/Nを向上できる。

【0151】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、基板上に形成された膜厚を精度高く測定できる膜厚測定装置を提供できる。又、本発明によれば、ポリッシング装置上オンマシンで基板上に形成された膜厚を精度高く測定できる膜厚測定装置を提供できる。

【0152】又、本発明によれば、ポリッシング装置上オンマシンで基板上に形成された膜厚を精度高く測定し、ポリッシング加工による膜厚を精度高く管理してポリッシング装置のスループットを向上し、コストウエハによるコスト損失をなくすことができるポリッシング装置を提供できる。

【0153】又、本発明によれば、膜に対してポリッシング加工する際に所定の膜厚に形成されたことを精度高く判定できるポリッシング装置を提供できる。又、本発明によれば、膜に対してポリッシング加工する際にその加工終点を精度高く判定して所定の膜厚に形成できるポリッシング装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる膜厚測定装置を適用したポリッシング装置の第1の実施の形態を示す全体構成図。

【図2】膜厚測定装置の測定本体端末及び電装部の具体的な構成図。

【図3】測定本体端末の具体的な構成図。

【図4】基準パターンである十字マーク及び正方形マークの基準位置を示す図。

【図5】撮像された十字マーク及び正方形マークの位置を示す図。

【図6】薄膜の干渉を示す図。

【図7】干渉スペクトルを示す図。

【図8】半導体ウエハが基準位置からずれた際の位置の補正方法を説明するための図。

【図9】本発明に係わるポリッシング装置の第2の実施の形態を示す構成図。

【図10】下部回転テーブル上の平板電極の位置を示す図。

【図11】ポリッシング加工終点のプロットチャート。

【図12】平板電極の中心上に半導体ウエハの中心が一致したときの配置図。

【図13】金属膜の中心線深さを示す図。

【図14】ポリッシング加工の終点を示す図。

【図15】本発明に係わるポリッシング装置の第3の実施の形態を示す構成図。

【図16】AEセンサの配置位置を示す図。

【図17】AE計数率によるポリッシング加工の終点を示す図。

【図18】ポリッシング装置の構成図。

【図19】半導体製造プロセスの平坦化プロセスを示す図。

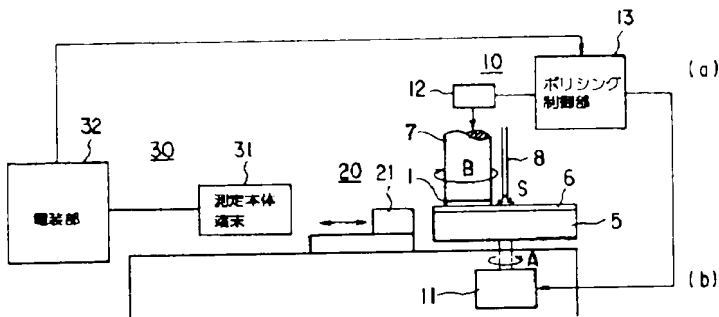
【図20】他の半導体ウエハの構造図。

【図21】ポリッシング加工による平坦化の終点を示す図。

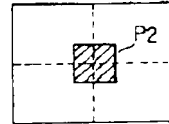
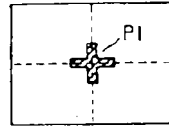
【符号の説明】

1…半導体ウエハ、4…絶縁膜、10…ポリッシング本体装置、20…ウエハ移栽装置、30…薄膜測定装置、31…測定本体端末、32…測定部、33…ボックス、34…位置決めテーブル、35…左側投受光光学系、36…右側投受光光学系、37、38…TVカメラ、39…観察窓、320…XYθサーボユニット、321、322…カメラコントロールユニット、323…画像位置決め装置、324…光源、325…干渉分光膜厚計、326…演算制御装置、40…平板電極、41…金属膜、42…誘電体、43…静電容量検出回路、45…演算処理回路、46…エンコーダ、50…AEセンサ（アコースティック・エミッション・センサ）、53…カウンタ、54…エンコーダ、56…演算処理回路。

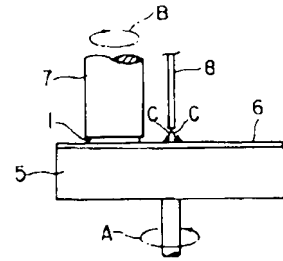
【図1】



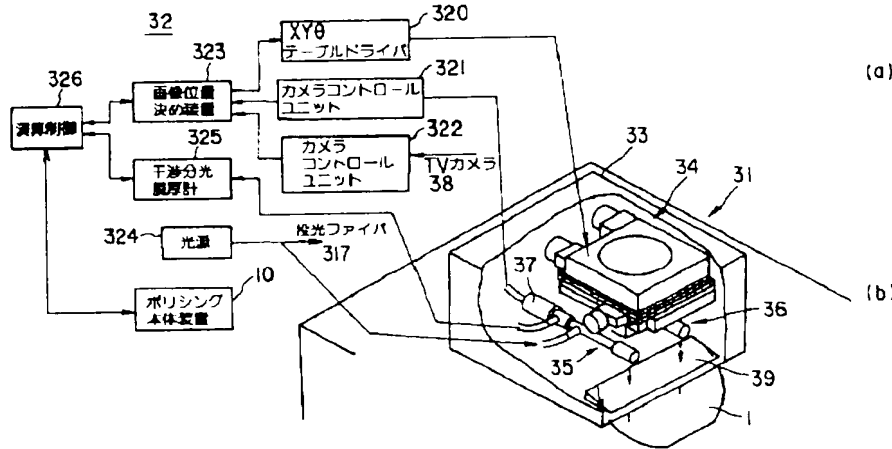
【図4】



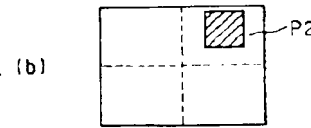
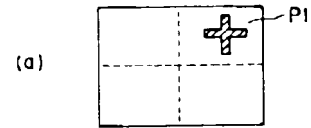
【図19】



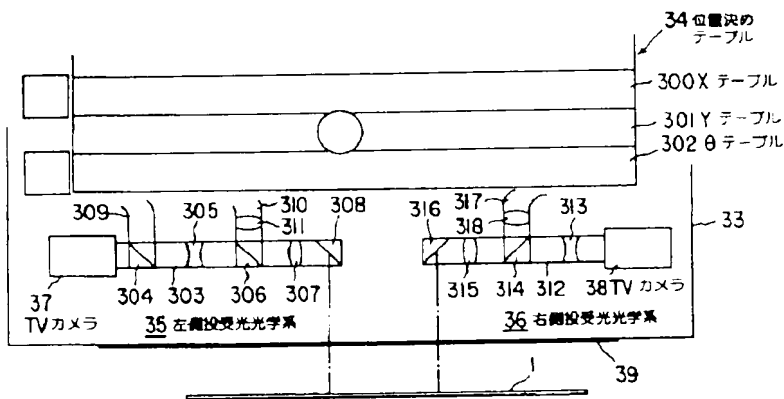
【図2】



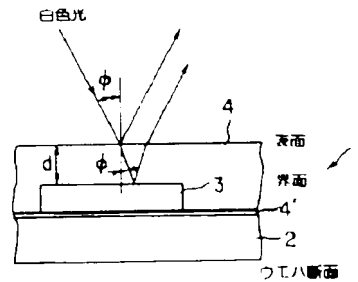
【図5】



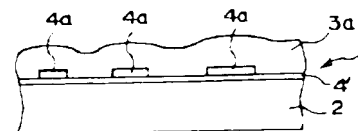
【図3】



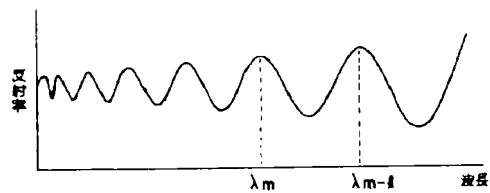
【図6】



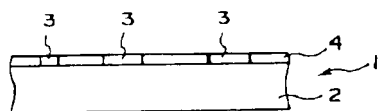
【図20】



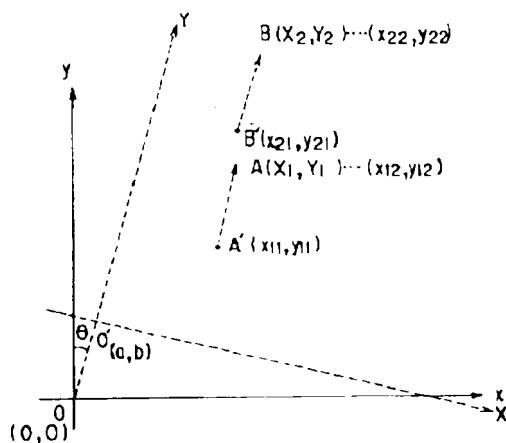
【図7】



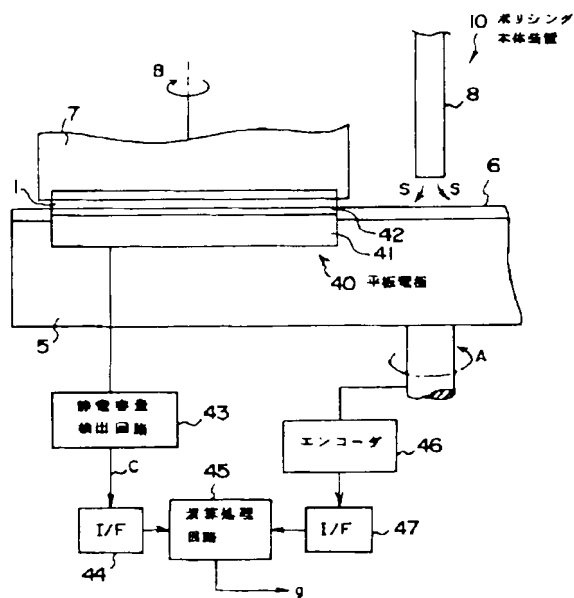
【図21】



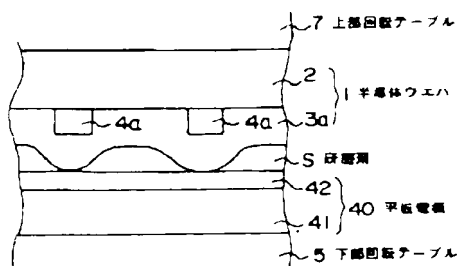
【図8】



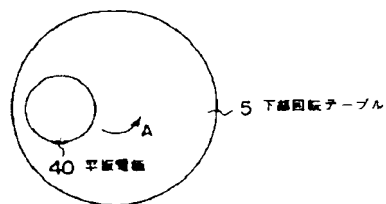
【図9】



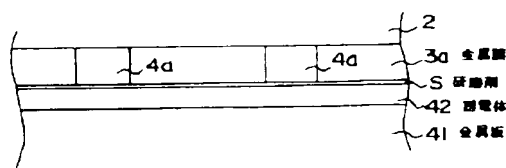
【図12】



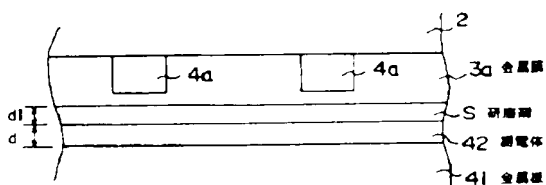
【図10】



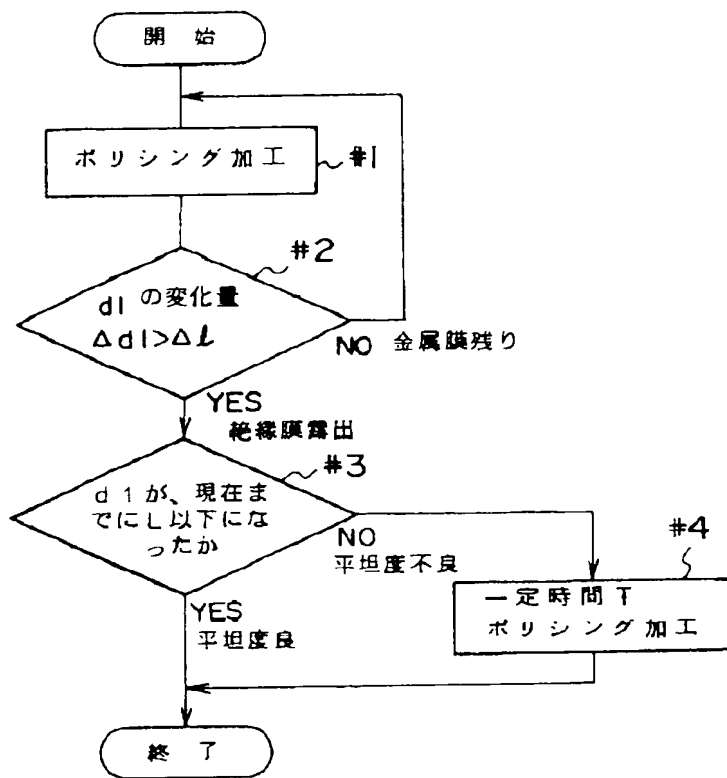
【図14】



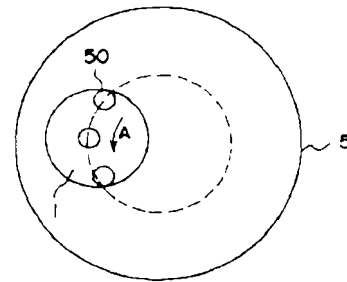
【図13】



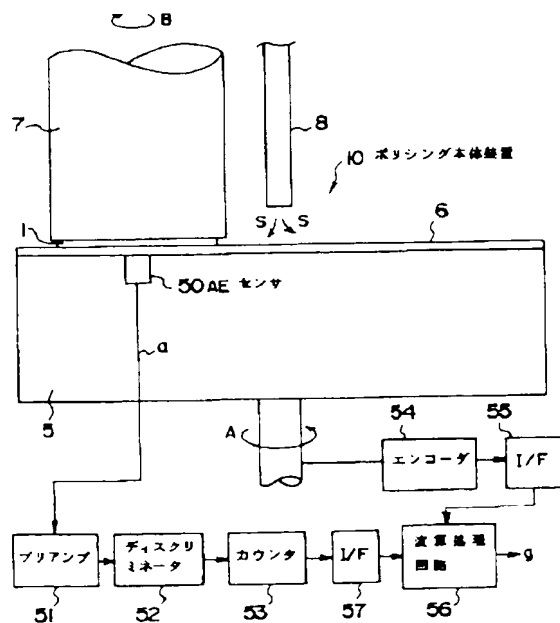
【図11】



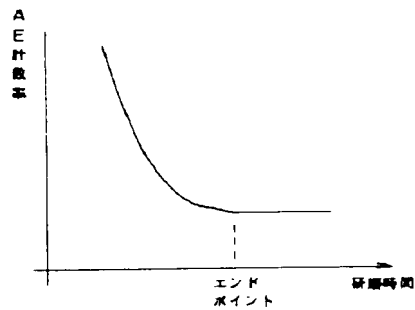
【図16】



【図15】



【図17】



【図 18】

